

# ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА РЕССОРНО-ПРУЖИННОЙ СТАЛИ 50ХГФА

*Жиляков А.Ю., Рыжков М.А.*

*Руководитель – доцент, к.т.н. Беликов С.В.*

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

г. Екатеринбург

tofm@mail.ustu.ru

В настоящее время для изготовления рессор различных транспортных средств, работающих в тяжелых условиях, применяют как традиционные рессорно-пружинные стали типа 60С2 и 50ХГФ, так и стали пониженной (ПП) и регламентированной прокаливаемости (РП).

Стали ПП и РП подвергают обработке по методу «объемно-поверхностной закали» (ОПЗ) с целью получения упрочненного поверхностного слоя, который должен противостоять усталостному разрушению рессорного листа. Причем при такой обработке сохраняется вязкая сердцевина, что способствует сопротивлению полосы ударным нагрузкам.

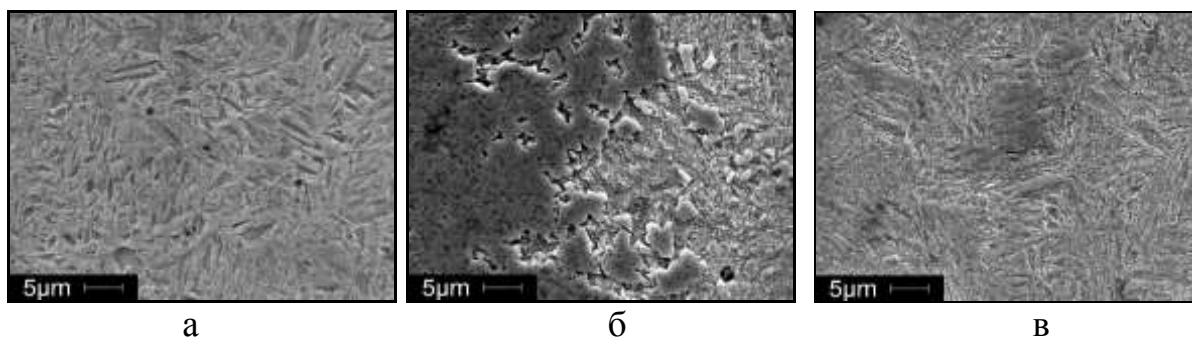
В настоящей работе рассматривалась возможность получения упрочненного поверхностного слоя и градиентного распределения структур (подобного получаемому при «ОПЗ») в традиционной рессорно-пружинной стали 50ХГФА. В качестве способа упрочняющей обработки была выбрана лазерная закалка.

Темплеты, отобранные от рессорного листа из стали 50ХГФА были подвергнуты упрочняющей лазерной обработке. Нагрев осуществлялся лучом лазера непрерывного действия. Использовались лазеры ЛТ1-2М и СО<sub>2</sub> лазер. Режимы лазерной обработки указаны в таблице 1.

Таблица 1 Режимы лазерной обработки

№ режима	Мощность излучения, кВт	Скорость перемещения пучка, мм/с	b×l (d), мм
1	5,00	16,7	5
2	5,00	25,0	4
3	0,90	5,7	4×4

Лазерная обработка по всем режимам привела к формированию градиентной структуры: существуют поверхностная, переходная и центральная зоны. Последняя представлена сорбитом отпуска (рисунок 1в), сформировавшимся при предварительной термообработке. Переходная зона состоит из смеси структурных составляющих: пакетного мартенсита и сорбита отпуска (рисунок 1б). Закаленный поверхностный слой представляет собой мартенсит (рисунок 1а).



а – поверхностная зона; б – переходная зона в – центральная зона  
Рисунок 1 Типичная микроструктура образца после лазерной обработки.

Режим №1 характеризуется большой мощностью и высокой скоростью перемещения лазерного луча, удельная мощность составила  $0,25 \text{ кВт/мм}^2$ . Твердость закаленного слоя в этом случае составляет порядка 780 HV (рисунок 2). Пониженные значения твердости (около 420 HV) в переходной зоне относительно сердцевины (ее твердость составляет порядка 470 HV) связаны с тем, что здесь происходят процессы самоотпуска. Как видно из рисунка 3 этот режим обработки привел к возникновению большого количества трещин в поверхностном слое, что отрицательно повлияет на эксплуатационные свойства изделий и в частности на усталостные характеристики.

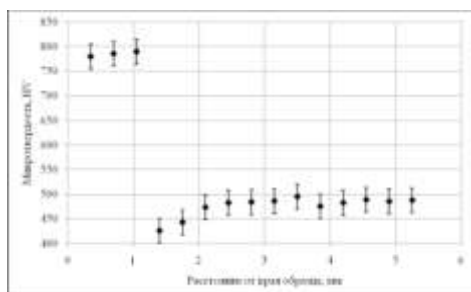


Рисунок 2 Распределение микротвердости по сечению образца после лазерной обработки (режим № 1)

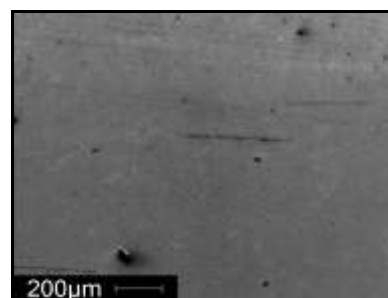


Рисунок 3 Трещины в закаленном слое образца после лазерной обработки (режим № 1)

Удельная мощность при обработке по режиму №2 составила порядка  $0,40 \text{ кВт/мм}^2$ . Закаленный слой в этом случае неоднороден по своим свойствам, что явно наблюдается на графике распределения твердости по сечению образца (рисунок 4). Твердость от края сначала повышается от 730 HV до 850 HV, а затем резко падает до 410 HV. Рост твердости связан с тем, что на поверхности быстрый теплоотвод в тело металла сопровождается более медленным охлаждением на воздухе. Вследствие чего в поверхностной зоне успевают пройти процессы самоотпуска, которые приводят к снижению твердости. Резкое падение значений

твердости связано с переходом из зоны с мартенситной структурой к структуре сердцевины, которая представляет собой сорбит отпуска.

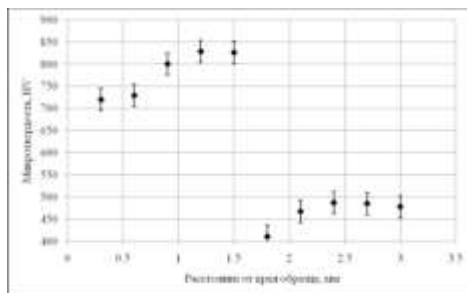
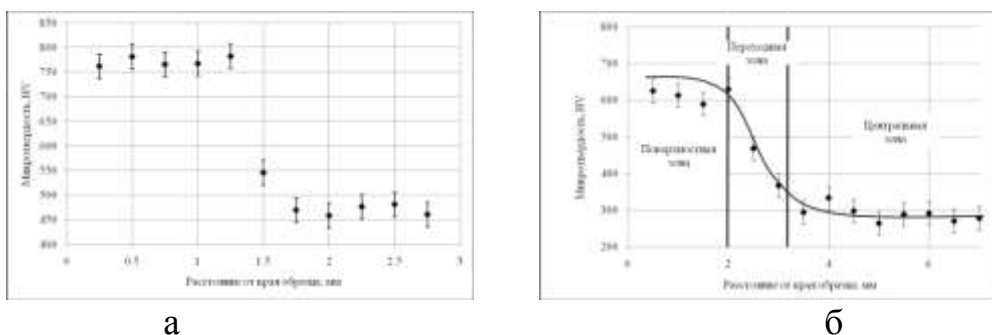


Рисунок 4 Распределение микротвердости по сечению образца после лазерной обработки (режим № 2)

Лазерная обработка по режиму №3 характеризуется низкой удельной мощностью ( $0,06 \text{ кВт/мм}^2$ ). Распределение твердости по сечению образца по своему характеру близко к распределению твердости в рессорной полосе из стали пониженной прокаливаемости после «ОПЗ» (рисунок 5). Значение твердости в центральной зоне порядка 470 HV. Закаленный поверхностный слой обладает твердостью около 770 HV.



а

б

а – образец из стали 50ХГФА после лазерной обработки; б – образец из стали 62ПП110 после «ОПЗ»

Рисунок 5 Распределение микротвердости по сечению.

Упрочненный поверхностный слой должен обеспечивать высокие характеристики сопротивления усталости и износу, а подготовленная предварительной термообработкой сердцевина, характеризующаяся более высокими вязко-пластическими свойствами будет отвечать за сопротивление ударным нагрузкам при эксплуатации готовой рессоры.

Таким образом, после лазерной обработки формируется упрочненный поверхностный слой и сохраняется подготовленная предварительной термообработкой структура сердцевины. Варьируя параметры излучения можно добиться распределения свойств подобного получаемым при «ОПЗ» сталей пониженной прокаливаемости.